



**Les effets du décrochement de Tizi-n-Test sur l'évolution
du bassin d'Ijoukak (Haut Atlas, Maroc) Effects of the
Tizi-n-Test strike-slip fault on the evolution of the
Ijoukak basin (High Atlas, Morocco)**

Maryem Bhar, Said Ettazarini, Mohamed El Youssi

► **To cite this version:**

Maryem Bhar, Said Ettazarini, Mohamed El Youssi. Les effets du décrochement de Tizi-n-Test sur l'évolution du bassin d'Ijoukak (Haut Atlas, Maroc) Effects of the Tizi-n-Test strike-slip fault on the evolution of the Ijoukak basin (High Atlas, Morocco). Pangea infos, 2003, 39/40, pp.49-58. insu-00948284

HAL Id: insu-00948284

<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00948284>

Submitted on 18 Feb 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les effets du décrochement de Tizi-n-Test sur l'évolution du bassin d'Ijoukak (Haut Atlas, Maroc)

Effects of the Tizi-n-Test strike-slip fault on the evolution of the Ijoukak basin (High Atlas, Morocco)

Maryem Bhar, Said Ettazarini et Mohamed El Youssi

Université Mohamed V-Agdal, Faculté des Sciences, Département de Géologie, Avenue Ibn Batouta, B.P. 1014, Rabat, Maroc
E-mail : M. Bhar : marybhar@yahoo.fr / S. Ettazarini : stazar@yahoo.com

RESUME

L'analyse sédimentologique des dépôts triasiques du bassin d'Ijoukak (haute vallée de N'Fis) et leur comparaison avec d'autres séries du Haut Atlas, notamment celles de Talaat-n-Yacoub et d'Idni, celles de l'Ourika et celle d'Aït Tamlil, ont permis la corrélation des différentes formations par analogie de faciès.

L'étude tectonique de ce bassin a mis en évidence le rôle joué par l'accident majeur de Tizi-n-Test dans le contrôle de la sédimentation triasique et la structuration atlasique du bassin d'Ijoukak.

Mots clés : sédimentation, Permien, Trias, Haut Atlas, faille de Tizi-n-Test, tectonique, extension, compression, structuration.

ABSTRACT

Sedimentological analysis of Triassic deposits of the Ijoukak basin (High valley of N'Fis) and their comparison with other series in the High Atlas, notably the Talaat-n-Yacoub series, the Ourika and the Aït Tamlil ones, allowed us a correlation of different formations by facies analogy.

Structural study of this basin shows the role of the Tizi-n-Test strike-slip fault in the control of the triassic sedimentation and in the atlasic structuring of the Ijoukak basin.

Keywords: sedimentation, Permian, Trias, High Atlas, Tizi-n-Test fault, tectonics, extension, compression, structuring.

1. INTRODUCTION

Les travaux antérieurs effectués sur les bassins triasiques du Haut Atlas marocain montrent que ces derniers présentent des caractères sédimentaires et structuraux communs malgré la terminologie, non uniforme, utilisée. Le rôle des accidents de direction NE-SW à ENE-WSW dans le contrôle de la sédimentation et de l'évolution des bassins triasiques est mis en évidence par plusieurs chercheurs (Mattaueur *et al.*, 1977; Proust *et al.*, 1977; Laville, 1981; Laville & Petit, 1984; Petit & Beauchamp, 1986). Cependant, des variations locales dans l'orientation des failles principales anciennes, par rapport aux contraintes majeures, seraient à l'origine des variations locales dans l'évolution sédimentaire et structurale des bassins triasiques marocains. Le but de cette note est d'établir des corrélations faciologiques entre la coupe d'Ijoukak et les autres coupes antérieurement décrites dans le Haut Atlas (Talaat-n-Yacoub, Idni, Ourika et Aït Tamlil) (fig. 1), en adoptant la nomenclature de Biron (1982) complétée par Bellion & El Youssi (1984).

1. INTRODUCTION

Earlier work done on the Triassic basins of the Moroccan High Atlas shows that despite the non-uniform terminology used, they have common sedimentary and structural features. The role of NE-SW to ENE-WSW oriented strike-slip faults in the control of sedimentation and the evolution of the Triassic basins have been made evident by many researchers (Mattaueur et al., 1977; Proust et al., 1977; Laville, 1981; Laville and Petit, 1984; Petit and Beauchamp, 1986). Nevertheless, local variations in the orientation of ancient principal faults relative to major stresses could be at the origin of the local variations in the sedimentary and structural evolution of the Moroccan Triassic basins. While adopting the nomenclature of Biron (1982), completed by Bellion and El Youssi (1984), this work aims at establishing a facies correlation between Ijoukak section and the other sections that have already been described in the High Atlas (Talaat-n-Yacoub, Idni, Ourika and Ait Tamlil) (fig. 1). This paper also presents

La note traite également du comportement local de la faille majeure de Tizi-n-Test lors de l'évolution triasique du bassin d'Ijoukak.

the local behaviour of the major fault of the Tizi-n-Test during the evolution of the Ijoukak Triassic basin.

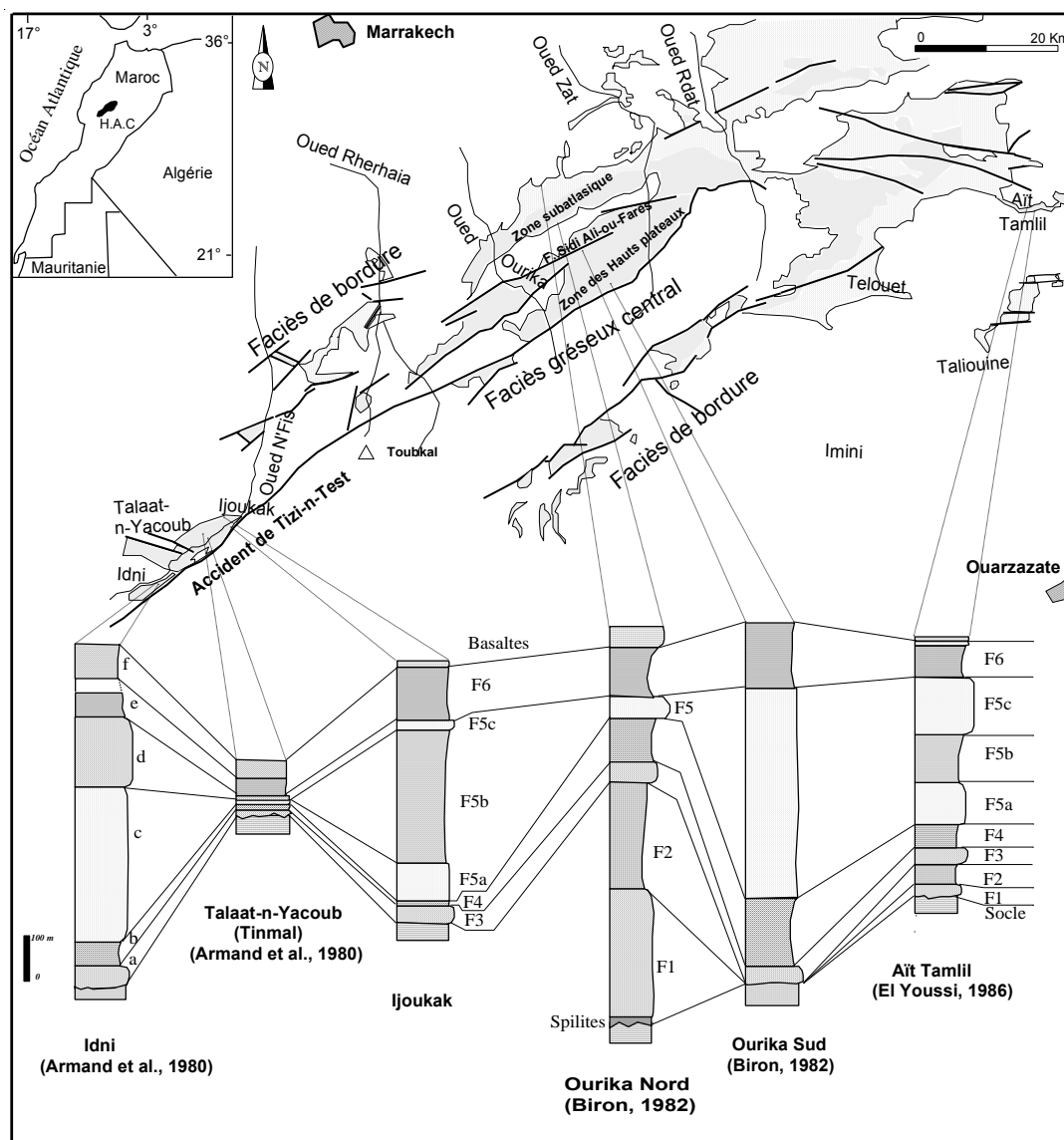


Fig. 1 – Carte de situation et corrélation des dépôts permien et triasiques dans le Haut Atlas marocain (H.A.).
Fig. 1 – Location map and correlation of Permian and Triassic deposits in the Moroccan High Atlas (H.A.).

2. DESCRIPTION DE LA SERIE TRIASIQUE D'IJOUKAK

La région étudiée d'Ijoukak fait partie de la zone orientale du bloc paléozoïque occidental du massif ancien du Haut Atlas ; elle est située à environ 65 km, à vol d'oiseau, au sud de Marrakech.

Les affleurements triasiques d'Ijoukak constituent

2. DESCRIPTION OF IJOUKAK TRIASSIC SERIES

The region of study, Ijoukak is situated about 65km, bird's eye view south of Marrakech. It is part of the eastern zone of the western Palaeozoic block of the High Atlas ancient massif.

The Triassic outcrops of Ijoukak constitute the

l'extrême bordure NE du bassin de Talaat-n-Yacoub (fig. 1) étudié par Petit (1976), Armand *et al.* (1980) et par Petit & Beauchamp (1986). La coupe levée au niveau d'Ijoukak (fig. 2) montre une série détritique de puissance totale de 550 m. La subdivision en formations et en membres a donné de bas en haut et du NW vers le SE la succession suivante :

- la **formation F3** (35 m) constituée de conglomérats rouges, lenticulaires, à éléments anguleux mal classés, polygéniques et hétérométriques. Ils passent, latéralement, vers le haut, à des grès grossiers rouges et chenalisés, à passées conglomératiques et à intercalations argileuses. Cette formation correspond à une sédimentation de cônes alluviaux, marquée par des niveaux d'encroûtements carbonatés de type nappe phréatique et pédogénétique.
- La **formation F4** (10 m), organisée en bancs continus, décimétriques, grés-conglomératiques rouges, à éléments de petite taille et de morphologie émoussée, intercalés dans un ensemble d'argilites rouges. Les bancs montrent une stratification d'abord parallèle horizontale, puis entrecroisée lenticulaire, avec des surfaces planes marquées par des rides de vagues. Cette formation est interprétée comme un dépôt, à dominance argileuse, dans un milieu littoral estuarien en climat aride (sebkha).
- La **formation F5**, composée dans le Haut Atlas de trois membres (El Youssi, 1986). Dans le bassin d'Ijoukak, on trouve du bas vers le haut :
 - * le *membre F5a* (80 m) qui est une suite strato-croissante de bancs gréseux, de couleur rouge à la base et rose au sommet. Le passage latéral montre des grès lenticulaires stratifiés, à base érosive. Les litages obliques, la stratification entrecroisée et les rides de courant sont plus fréquents dans ce niveau. Ces observations indiquent une augmentation d'énergie du milieu de dépôt, toujours littoral.
 - * le *membre F5b* (300 m), composé d'une puissante série argileuse, à intercalations de bancs gréseux de couleur rouge et dont l'épaisseur diminue du bas vers le haut ;
 - * le *membre F5c* (20 m), constitué d'une succession de bancs gréseux, à rares passées silteuses de couleur rouge. Les bancs gréseux sont de couleur rouge à la base et rose au sommet. Ils montrent fréquemment des litages obliques sigmoïdaux de progradation.
 La sédimentation de la formation F5 souligne une évolution d'un milieu de front de delta (F5a) à un milieu de prodelta (F5b) puis le retour à un environnement de front de delta (F5c).

extreme NE borders of the Talaat-n-Yacoub basin (fig.1) studied by Petit (1976), Armand et al. (1980) and Petit and Beauchamp (1986). A cross section through Ijoukak (fig. 2) shows a detritic series of about 550m thick. When subdivided into formations and members, this detritic series presents the following succession from the bottom to top and from NW towards the SE:

- **The F3 formation** (35m), made up of red lenticular conglomerates, with angular polygenetic and heterometric poorly sorted units. It passes laterally towards the top into channel-filled, red coarse-grain sandstone which grades into conglomerates and argillaceous intercalations. This formation corresponds to alluvial cone deposits marked by carbonate encrustations of ground-water and pedogenetic type.
- **The F4 formation** (10m), whose arrangement shows continuous decimetre-size red sandy conglomeratic beds, with small-size units having a blunt morphology and intercalated in red shales. The beds show firstly, parallel horizontal stratification, then lenticular cross-bedding, with plane surfaces that are marked by wave ripples. This formation is interpreted as being a dominantly argillaceous deposit laid down in an estuarine littoral environment under arid climate (sabkha).
- **The F5 formation** in the High Atlas is composed of 3 members (El Youssi, 1986). In the Ijoukak basin, this formation has the following sequences from bottom to top:
 - * *The F5a member* (80m) which is a suite of stratified sandstone beds red at the bottom and rose coloured towards the top. Lateral gradation shows stratified lenticular sandstone with an erosive base. Inclined bedding, cross stratification and current ripples are more common in this member; this indicates an increase in the energy of deposition within the same littoral environment.
 - * *The F5b member* (300m) is made up principally of a highly argillaceous series with intercalations of red sandstone beds the thickness of which decreases from the bottom towards the top.
 - * *The F5c member* (20m) constitutes a succession of sandstone beds with rarity of red silty layers. The beds are red at the bottom and rose at the top. They often show in progradation, sigmoidal beddings.
 The sedimentation pattern of the F5 formation is suggestive of an evolution from a deltaic front (F5a) to a pro-delta (F5b) and back to the deltaic front environments (F5c).

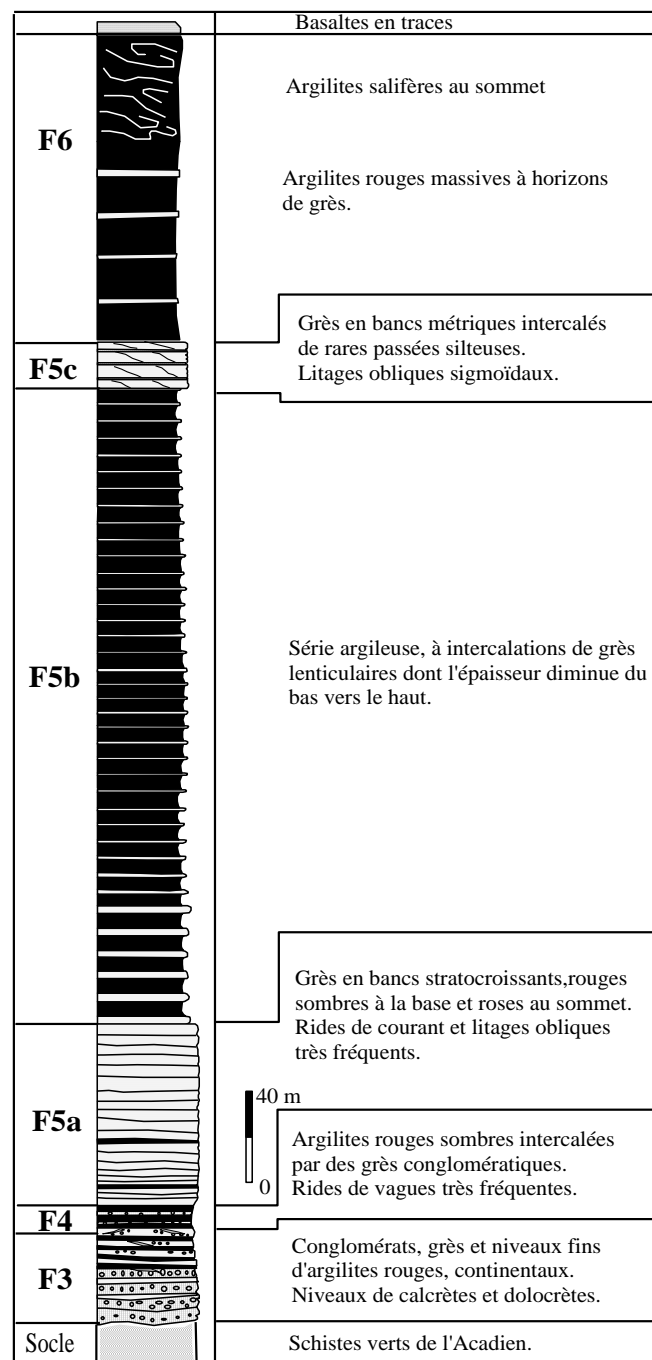


Fig. 2 – Colonne lithologique de la série triasique d'Ijoukak.
Fig. 2 – Lithologic column of the Triassic series of Ijoukak.

– La **formation F6** (130 m), formée d'argilites rouges massives, à rares horizons de grès fins, observés localement. A la base de cette formation, les argilites sont parcourues d'horizons d'hématite, liés aux plans de fracturation qui affectent la série. Au sommet, les argilites deviennent roses et montrent localement des slumps, des bioturbations et des niveaux salifères blanchâtres, attribuant cet environnement à un milieu lagunaire évaporitique. La formation F6 est coiffée de faibles coulées de basalte doléritique altéré.

– **The F6 formation** (130m) is made up of massive red shale with rare local occurrence of fine-grained sandstone horizons. At the bottom of this formation, the shales are lined by haematite horizons associated with the fractures that affect the series. At the top, the shales become reddish and locally show slumps, bioturbation and whitish salt layers, which we attribute to deposition in a lagoonal environment. The F6 is overlain by thin flows of altered doleritic basalt.

3. COMPARAISON LATÉRALE DES FACIES

La coupe d'Ijoukak est comparée à celles de l'Ourika décrites par Biron (1982), à celle d'Aït Tamlil (El Youssi, 1986) situées dans le prolongement NE de l'accident majeur de Tizi-n-Test, d'une part, et à celles de Talaat-n-Yacoub et Idni (Armand *et al.*, 1980) situées dans le même prolongement au SW d'Ijoukak d'autre part (fig. 1).

Les différentes séries du Permo-Trias correspondent à des dépôts rouges discordants sur le Paléozoïque. Les dépôts permien (F1 et F2) (Van Houten, 1977; Oujidi *et al.*, 2000) sont constitués de conglomérats et de grès grossiers continentaux. Ils correspondent à des dépôts de comblement de petits bassins d'entremonts, localisés dans les régions d'Ourika et d'Aït Tamlil. Ils sont surmontés par des dépôts triasiques, d'abord continentaux (F3), puis littoraux caractérisés par des alternances gréso-silteuses à argilo-gréseuses déposées dans un milieu aquatique. La partie supérieure de la série triasique, dans les différents bassins du Haut Atlas, est caractérisée par des dépôts fins, évaporitiques, coiffés par des effusions basaltiques. Les datations palynologiques (Biron, 1982; Biron & Courtinat, 1982; Lemarrec & Taugourdeau-Mantz, 1982; El Youssi, 1986) et les datations absolues (Bertrand & Prioton, 1975; Manspeizer *et al.*, 1978) indiquent le passage Trias-Lias pour ces dépôts.

La série triasique d'Ijoukak montre une analogie de faciès et de découpage avec les autres séries du Haut Atlas. Elle présente toutefois quelques caractères particuliers. En effet, les formations continentales (F1 et F2) décrites dans la zone subatlasique de l'Ourika (Biron, 1982; 1985) et dans la boutonnière d'Aït Tamlil (Bellion & El Youssi, 1984; El Youssi, 1986) sont absentes à Ijoukak, à Tinmal et à Idni (Armand *et al.*, 1980), ainsi qu'au niveau de la zone des hauts plateaux de la région de l'Ourika (Biron, 1982).

Les dépôts de la formation (F3) sont communs à tout le Haut Atlas. Ils indiquent une période de sédimentation généralisée suite à une accalmie tectonique, ayant favorisé une pédogenèse et un développement d'horizons de calcrètes et de dolocrètes. L'épaisseur de cette formation varie de 5 à 50 m.

La formation (F4) est très réduite à Ijoukak. Elle montre la présence de lentilles microconglomératiques intercalées dans les argilites. Ceci s'explique par le rejet de la faille de Tizi-n-Test.

La formation (F5) ou grès de l'Oukaïmeden de Biron (1982) correspond aux termes (c et d) d'Idni et Tinmal d'Armand *et al.* (1980), alors que dans les régions d'Aït

3. LATERAL COMPARISON OF FACIES

The Ijoukak cross section is compared to that of Ourika described by Biron (1982), that of Ait Tamlil (El Youssi, 1986) situated in the NE extension of the Tizi-n-Test strike-slip fault on one hand, and to that of Talaat-n-Yacoub and Idni (Armand et al., 1980) situated on the same extension to the SW of Ijoukak on the other hand (fig. 1).

The different Permo-Triassic series correspond to the unconformable red deposits on the Palaeozoic. The Permian deposits (F1 and F2) (Van Houten, 1977; Oujidi et al., 2000) are made up of conglomerates and continental coarse-grained sandstones. They correspond to the filling-in deposits of the small intermontane basins located in the Ourika and Ait Tamlil regions. They are overlain by Triassic deposits that are firstly continental (F3), then littoral, characterised by alternation of silty sandstones with clayey sandstones deposited in an aquatic environment. The upper part of the Triassic series in all the basins of the High Atlas is characterised by fine evaporite deposits overlain by basaltic flows. Palynological dating (Biron, 1982; Biron and Courtinat, 1982; Lemarrec and Taugourdeau-Mantz, 1982; El Youssi, 1986) and absolute dating (Bertrand and Priotin, 1975; Manspeizer et al., 1978) indicate a Trias-Lias transition for these deposits.

The Ijoukak Triassic series shows analogous facies to the other series of the High Atlas. It nevertheless exhibits some distinct characteristics. In fact, the continental formations (F1 and F2) described in the sub Atlasic zone of Ourika (Biron, 1982; 1985) and in the exhumed and eroded Ait Tamlil fold (Bellion and El Youssi, 1983; El Youssi, 1986) are absent in Ijoukak, Tinmal, and Idni (Armand et al., 1980), as well as around the high plateaus in the Ourika region (Biron, 1982).

Deposits of the F3 formation are common all over the High Atlas. They indicate a generalized period of sedimentation following a tectonic lull that favoured pedogenesis and the development of calcretic and dolocretic horizons. The thickness of this formation varies from 5 to 50m.

The F4 formation is much reduced at Ijoukak. It shows the presence of lenses of microconglomerates intercalated in shales. This is explained by the reactivation of the Tizi-n-Test fault.

The F5 formation or Oukaïmeden sandstone of Biron (1982) corresponds to the (c and d) terms of Idni and Tinmal used by Armand et al., (1980), while in the Ait

Tamlil (El Youssi, 1986) et d'Ijoukak, cette formation, à sédimentation différenciée, est subdivisée en trois membres distincts (F5a, F5b et F5c). Seul le membre supérieur (F5c) correspond aux grès de l'Oukaïmeden au sens strict. Le membre (F5b) est plus développé à l'est d'Ijoukak, à proximité de la faille majeure de Tizi-n-Test, où il atteint 300 m d'épaisseur, alors qu'il est réduit à Aït Tamlil (120 m) et même absent à Talaat-n-Yacoub et à Idni.

Les épanchements volcaniques coiffant la formation (F6), bien développés dans les régions de l'Ourika (Biron, 1982) et d'Aït Tamlil (El Youssi, 1986) sont réduits dans la région d'Ijoukak à de minces coulées de basalte doléritique. Plus au SW, à Tinmal et à Idni, ces affleurements basiques ne correspondent qu'à des dykes locaux (Armand *et al.*, 1980).

4. TECTONIQUE

L'analyse structurale du secteur d'Ijoukak (fig. 3) nous a permis de mettre en évidence une tectonique synsédimentaire distensive, qui a contrôlé la sédimentation pendant le Trias, et une tectonique compressive tardive liée à l'évolution de la chaîne atlasique.

Tamlil (El Youssi, 1986) and Ijoukak region, this formation of differentiated sedimentation is subdivided into 3 distinct members (F5a, F5b and F5c). Strictly speaking, only the upper member (F5c) corresponds to the Oukaïmeden sandstone senso stricto. The F5b member is well developed in the east of Ijoukak near the Tizi-n-Test strike-slip fault where it attains a thickness of 300m, meanwhile it is reduced at Ait Tamlil (120m) and absent at Talaat-n-Yacoub and in Idni.

*The volcanic flows capping the F6 formation are well developed in the Ourika region (Biron, 1982) and Ait Tamlil (El Youssi, 1986) and reduced in the Ijoukak region to thin doleritic basalt flows. To the SW, at Tinmal and at Idni, outcrops of these basic rocks only correspond to local dykes (Armand *et al.*, 1980).*

4. TECTONICS

Structural analysis of the Ijoukak sector has enabled us to delineate a distensive synsedimentary tectonics which controlled sedimentation during the Triassic and a late compressive tectonics linked to the evolution of the Atlasic chain.

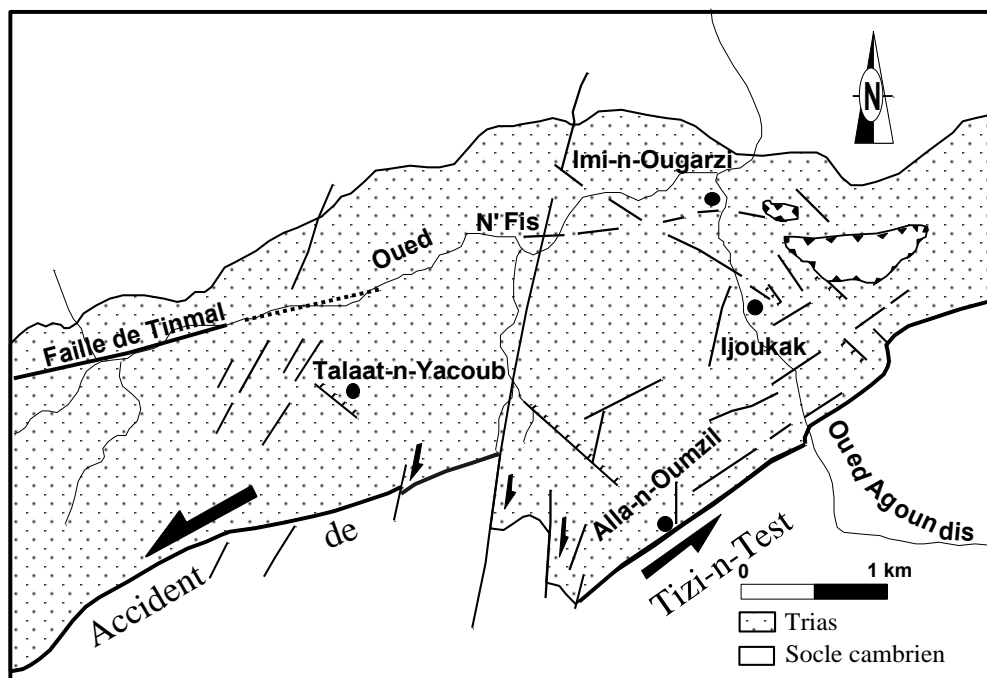


Fig. 3 – Carte structurale du bassin d'Ijoukak, dressée à partir de l'interprétation des photos aériennes et des données du terrain.
Fig. 3 – Structural map of Ijoukak basin drawn from aerial photographs and field data.

41. L'extension atlasique

Les dépôts triasiques d'Ijoukak ont enregistré les effets d'une tectonique distensive, représentés par de grandes failles de direction NE-SW à ENE-WSW, telles que la faille de Tizi-n-Test et celle de Tinmal. Elles ont un pendage vers le NW et montrent des stries indiquant un jeu senestre à composante normale. La faille majeure de Tizi-n-Test change de direction au niveau du bassin d'Ijoukak (N50-N90). En réponse à la contrainte d'extension générale NW-SE, cette faille principalement senestre (N70-N90) joue en faille normale lorsque sa direction est entre N50 et N70. Ceci concorde avec les travaux antérieurs sur les bassins triasiques du Haut Atlas (Proust, 1961, 1973; Mattauer *et al.*, 1972, 1977; Armand *et al.*, 1980; Laville, 1981; Biron, 1982; Laville & Petit, 1984; Petit & Beauchamp, 1986). Cette famille de failles est associée, localement, à d'autres failles orientées NW-SE, à jeu normal synsédimentaire. Ces dernières sont à pendage vers le SW entre Ijoukak et Imi-n-Ougarzi et vers le NE entre Talaat-n-Yacoub et Alla-n-Oumzil (fig. 3). Elles sont scellées par les niveaux supérieurs du membre F5b (fig. 4) (Bhar, 2002).

41. The Atlasic extension

The Triassic deposits of Ijoukak bear signatures of distensive tectonics represented by a major NE-SW to ENE-WSW oriented faults like the Tizi-n-Test and Tinmal faults. They dip towards the NW and show striations indicative of normal component strike-slip interplay. The major Tizi-n-Test fault changes direction in the Ijoukak basin (N50-N90). In response to the general NW-SE extensional stress, this principally strike-slip fault (N70-N90) turns to a normal fault when its direction is between N50 and N70. This is in agreement with past works on the Triassic basin of the High Atlas (Proust, 1961, 1973; Mattauer *et al.*, 1972, 1977; Armand *et al.*, 1980; Laville, 1981; Biron, 1982; Laville and Petit, 1984; Petit and Beauchamp, 1986). This family of faults is associated locally with other NW-SE trending synsedimentary normal faults which dip towards the SW between Ijoukak and Imi-n-Ougarzi and towards the NE between Talaat-n-Yacoub and Alla-n-Oumzil (fig.3). They are sealed at the upper part by the F5b member (Fig. 4) (Bhar, 2002).

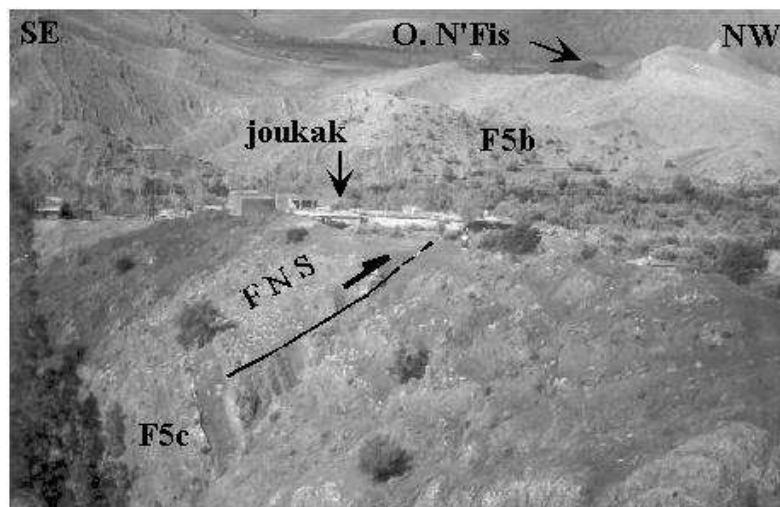


Fig. 4 – Faille normale synsédimentaire, basculée vers le SSE, affectant l'alternance de grès et d'argiles du membre F5b au Nord d'Ijoukak ; la faille est scellée par les couches inférieures du membre F5c.

Fig.4 – Synsedimentary normal fault, tilting to the SSE, affecting the alternation of sandstone and shale of F5b member to the north of Ijoukak; the fault is sealed by the lower bed of F5c member.

La représentation de l'ensemble de ces failles dans le diagramme d'Angelier (1990), en utilisant la méthode de l'inversion directe, a révélé une contrainte minimale σ_3 horizontale, orientée NW-SE et NE-SW pour les failles locales ; la contrainte intermédiaire σ_2 est également horizontale, tandis que la contrainte maximale σ_1 est verticale (fig. 5-1). Ceci peut être expliqué par une extension bidirectionnelle suite à une permutation des directions de contraintes σ_2 et σ_3 dans un plan horizon-

Plotting all these faults on the Angelier (1990) diagram with the direct inversion method has shown a horizontal minimal stress σ_3 , oriented in a NW-SE and NE-SW direction for the local faults; an equally horizontal intermediate stress σ_2 , while the maximal stress σ_1 is vertical (fig. 5-1). This can be explained by a bi-directional extension due to a permutation in a horizontal plan of the intermediate (σ_2) direction and minimal (σ_3) stresses. It thus demonstrates the role of the

tal (Bhar, 2002). Ainsi est démontré le rôle du jeu senestre, **en touches de piano**, de l'accident majeur de Tizi-n-Test dans la sédimentation syntectonique au cours du Trias, en favorisant une subsidence importante, du côté sud du bassin, accentuée par l'activité des failles normales synsédimentaires. Cette observation est conforme aux hypothèses proposées à la formation des bassins triasiques du Haut Atlas marocain (Petit, 1976; Proust *et al.*, 1977; Petit & Beauchamp, 1986; Laville & Piqué, 1991).

4.2. La compression atlasique

La compression atlasique est marquée à Ijoukak par un pli synclinal, de direction ENE-WSW, et par des failles orientées NE-SW à ENE-WSW, N-S et NW-SE, à miroirs striés avec dépôt de silice, affectant la formation triasique. Les plans des failles NE-SW à ENE-WSW montrent une superposition de stries, indiquant un jeu tardif senestre à composante inverse, tandis que les failles NW-SE montrent un jeu inverse. L'ensemble de ces failles est recoupé par une autre direction, sub-méridienne, à jeu décrochant dextre. La compression atlasique est également à l'origine du chevauchement, vers le Sud, des dépôts cambriens sur ceux du Trias et du basculement, vers le SSE, de la série triasique. Le diagramme correspondant à ces systèmes de failles révèle un raccourcissement subméridien (fig. 5-2), guidé par la convergence continentale, en Méditerranée occidentale, suite au rapprochement entre l'Afrique et l'Ibérie, à partir du Crétacé supérieur (Petit, 1976; Laville *et al.*, 1977; Laville & Petit, 1984; Mattauer *et al.*, 1977; Proust *et al.*, 1977; Tapponnier, 1977; Olivet, 1978; Laville, 1980, 1985; Ouanaimi, 1989).

*major throw of the Tizi-n-Test strike-slip fault in the syntectonic sedimentation during the Triassic, in favour of important subsidence in the south side of the basin, accentuated by the activity of synsedimentary normal faults. These observations agree strongly with the proposed hypotheses by earlier workers on the formation of the Triassic basins of the Moroccan High Atlas (Petit, 1976; Proust *et al.*, 1977; Petit and Beauchamp, 1986; Laville and Piqué, 1991).*

42. The Atlasic compression

*The Atlasic compression is marked at Ijoukak by an ENE-WSW trending synclinal fold and by NE-SW to ENE-WSW, N-S and NW-SE oriented faults, a reflection of striation with silica deposits affecting the Triassic formation. The NE-SW to ENE-WSW fault planes show a superposition of striations, indicating the occurrence of late strike-slip faults with reversed components, whereas the NW-SE faults show reverse interplay. These faults are intersected by a dextral strike-slip fault in a sub meridian direction. The Atlasic compression is equally at the origin of southerly overlap of Cambrian deposits on those of Trias and the tilting towards the SSE of the Triassic series. The diagram corresponding to these systems of faults reveals a sub meridian shortening (fig. 5-2), guided by continental convergence at the western Mediterranean, following the coming together of Africa and Iberia starting from the Upper Cretaceous (Petit, 1976; Laville *et al.*, 1977; Laville and Petit, 1984; Mattauer *et al.*, 1977; Proust *et al.*, 1977; Tapponnier, 1977; Olivet, 1978; Laville, 1980, 1985; Ouanaimi, 1989).*

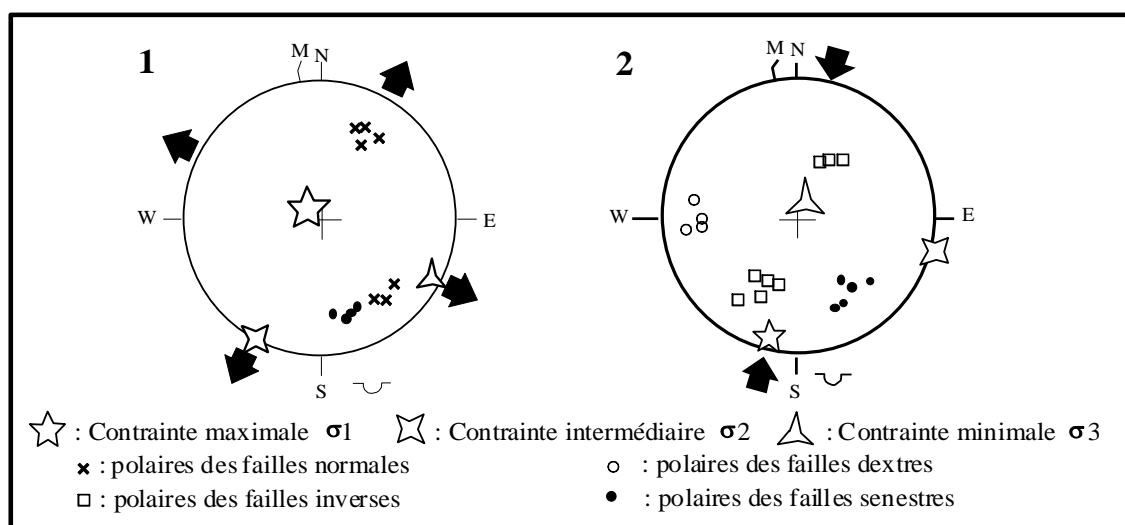


Fig. 5 – Diagrammes de la phase extensive triasique (1) et des phases compressives atlasiques (2) enregistrées dans le bassin d'Ijoukak.
Fig. 5 – Diagram of the Triassic extensive phase (1) and Atlasic compressive phases (2) registered in the Ijoukak basin.

5. CONCLUSION

Les dépôts triasiques du bassin d'Ijoukak présentent des caractères sédimentologiques identiques à ceux des autres bassins comparés du Haut Atlas. Ceci s'explique par le contrôle de la sédimentation, dans ces bassins, par la direction des décrochements senestres N70 dont fait partie l'accident de Tizi-n-Test.

La sédimentation dans le bassin d'Ijoukak est guidée, au cours du Trias, par le jeu senestre normal synsédimentaire, en touches de piano, de la faille de Tizi-n-Test, associé localement au jeu normal synsédimentaire des failles orientées NW-SE. Cette situation est responsable de la formation d'un bassin subsident du côté de la faille majeure.

Pendant les phases compressives atlasiques, la structuration, dès le Crétacé supérieur, du bassin d'Ijoukak est contrôlée par le jeu senestre, à composante inverse, de l'accident de Tizi-n-Test. Ainsi, l'évolution géologique du bassin d'Ijoukak récapitule celle des bassins triasiques du Haut Atlas. □

5. CONCLUSION

The Triassic deposits in the Ijoukak basin show identical sedimentological characteristics to those of similar basins in the High Atlas. This is because the N70 sinistral throw of the Tizi-n-Test strike-slip fault controlled sedimentation in these basins.

Sedimentation in the Ijoukak basin during the Trias was guided by the occurrence of synsedimentary normal sinistral faults in piano keys, of the Tizi-n-Test fault, associated locally to the normal interplay of synsedimentary faults of NW-SE orientation. This situation is responsible for the formation of a subsiding basin close to the major fault.

During the Atlasic compressive phases, the upper Cretaceous structuration of the Ijoukak basin was controlled by the occurrence of reverse sinistral interplay on the throw of the Tizi-n-Test fault. Thus the geological evolution of the Ijoukak basin is a recapitulation of that of other Triassic basins in the High Atlas.

Références bibliographiques

- Angelier J. (1990) – Inversion of field data in fault tectonics to obtain the regional stress III. A new rapid direct inversion method by analytical means. – *Geophys. J. Int.*, 103, 363-376.
- Armand C., Beauchamp J., Biron P. E., Ganeval J. et Petit J. P. (1980) – Quelques aspects de l'environnement sédimentaire des molasses permo-triasiques du Haut Atlas : l'exemple du bassin de N'Fis. – *Mines, Géologie et Energie*, 48, Rabat, 69-75.
- Bellion G. et El Youssi M. (1984) – Contribution à l'étude du Trias de la haute vallée de Rhéraïa, Région d'Imlil, Haut Atlas de Marrakech (Maroc). – *Bull. Fac. Sci. Marrakech, sec. Sci. terre*, 43-56.
- Bertrand H. et Prioton J. M. (1975) – Les dolérites marocaines et l'ouverture de l'Atlantique : étude pétrologique et géochimique. – *Thèse, Univ. Lyon I*, 2 t., 320 p.
- Bhar M. (2002) – Lithostratigraphie, évolution structurale et minéralisations de la vallée de l'Agoundis (Massif ancien du Haut Atlas, Maroc). – *Thèse Doct. Natl., Univ. Mohamed V-Agdal Rabat, Maroc*, 199 p.
- Biron P. E. (1982) – Le Permo-Trias de la région de l'Ourika (Haut Atlas de Marrakech, Maroc). – *Thèse, Univ. Grenoble, France*, 170 p.
- Biron P. E. (1985) – Le Permo-Trias de l'Ourika. Haut Atlas de Marrakech, Maroc. – *Bull. Fac. Sci. Marrakech, num. spéc. 1, sec. Sci. terre*, 22-23.
- Biron P. E. et Courtinat B. (1982) – Contribution palynologique à la connaissance du Trias du Haut Atlas de Marrakech. – *Géobios*, 15, 2, 231-235.
- El Youssi M. (1986) – Sédimentologie et paléontologie du Permo-Trias du Haut Atlas central (Maroc). – *Thèse, Univ. Grenoble I, France*, 195 p.
- Laville E. (1980) – Tectonique et microtectonique d'une partie du versant sud du Haut Atlas marocain (boutonnière de Skoura-Toundout). – *Notes Mém. Serv. Géol. Min., Maroc*, 41, 285, 1-183.
- Laville E. (1981) – Rôle des décrochements dans le mécanisme de formation des bassins d'effondrement du Haut Atlas marocain au cours des temps triasiques et liasiques. – *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, 303-312.
- Laville E. (1985) – Evolution sédimentaire, tectonique et magmatique du bassin jurassique du Haut Atlas (Maroc). Modèle en relais multiples de décrochements. – *Thèse Etat, USTL Montpellier*, 166 p.

- Laville E., Lesage J. L. et Seguret M. (1977) – Géométrie, cinématique (dynamique) de la tectonique atlasique sur le versant Sud de Haut Atlas marocain. – *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 19, 527-539.
- Laville E. et Petit J. P. (1984) – Role of synsedimentary strike-slip fault in the formation of Moroccan triassic basins. – *Geology*, 12, 424-427.
- Laville E. et Piqué A. (1991) – La distension crustale atlantique et atlasique au Maroc au début du Mésozoïque : le rejeu des structures hercyniennes. – *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 162, 527-539.
- Lemarrec A. et Taugourdeau-Mantz J. (1982) – Nouvelles datations palynologiques du Trias supérieur du Haut Atlas de Demnat (Maroc). – *Coll. Permo-Trias marocain, Fac. Sci. Marrakech*, Résumé, p. 35.
- Manspeizer W., Puffer J. H. et Cousminer H. L. (1978) – Separation of Morocco and Eastern North America, a Triassic-Liassic stratigraphic record. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 89, 6, 901-920.
- Mattauer M., Proust F. et Tapponnier P. (1972) – Major strike-slip faults of late hercynian age in Morocco. – *Nature*, 237, 160-126.
- Mattauer M., Tapponnier P. et Proust F. (1977) – Sur les mécanismes de formation des chaînes intracontinentales : l'exemple des chaînes atlasiques du Maroc. – *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 7, XIX, 3, 521-526.
- Olivet J. L. (1978) – Nouveau modèle d'évolution de l'Atlantique nord et central. – *Thèse, Univ. Paris, France*, 150 p.
- Ouanaimi H. (1989) – Evolution sédimentaire et tectonique de la partie orientale du massif ancien du Haut Atlas (Maroc). – *Thèse Doct., USTL Montpellier II, France*, pp. 402 p.
- Oujidi M., Louis C., Benaouiss N., El Mostaine M., El Youssi M., Et Touhami M., Ouarhache D., Sabaoui A. et Tourani A. (2000) – Triassic series of Morocco: stratigraphy, paleogeography and structuring of the Southwestern Peri-Tethyan Platform. An overview. – *Mém. MNHN, Paris*, 182, 23-38.
- Petit J. P. (1976) – La zone de décrochement du Tizi-n-Test (Maroc) et son fonctionnement depuis le Carbonifère. – *Thèse, USTL Montpellier, France*, 99 p.
- Petit J. P. et Beauchamp J. (1986) – Synsedimentary faulting and paleocurrent patterns in the Triassic sandstones of the High Atlas (Morocco). – *Sedimentology*, 33, 817-829.
- Proust F. (1961) – Etude stratigraphique, pétrographique et structurale du bloc oriental du Massif ancien du Haut Atlas (Maroc). – *Thèse, USTL Montpellier, France*, 272 p.
- Proust F. (1973) – Etude stratigraphique, pétrographique et structurale du bloc oriental du Massif ancien du Haut Atlas (Maroc). – *Notes Mém. Serv. Géol., Maroc*, 34 (254), 15-53.
- Proust F., Petit J. P. et Tapponnier P. (1977) – L'accident du Tizi-n-Test et le rôle des décrochements dans la tectonique du Haut Atlas occidental (Maroc). – *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, Sér. XIX, 541-551.
- Tapponnier P. (1977) – Evolution tectonique du système alpin en Méditerranée : poinçonnement et écrasement rigide-plastique. – *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, Sér. XIX, 3, 437-460.
- Van Houten F. B. (1977) – Triassic-Liassic deposits of Morocco and Eastern North America: comparison. – *AAPG Bull.*, 61, 79-99.